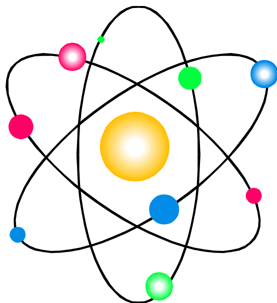
VISIT…

LANZAROTE

Caliente.com

КАКИЕ ОЦЕНКИ ВОЗРАСТА ВСЕЛЕННОЙ И ЗЕМЛИ ДАЁТ МЕТОД ЯДЕРНОЙ ХРОНОМЕРИИ ?

В.С.Ольховский



В данной публикации приводится краткий обзор метода ядерной хронометрии с использованием долгоживущих альфа- и бета- радиоактивных ядер-хронометров с известными периодами полураспада свыше миллиарда лет (в основных состояниях) по определению длительностей астрофизических, космологических и геофизических процессов. При этом особое внимание обращается на то, что оценки возраста вселенной в 10-20 млрд. лет и возраста земли в 5-10 млрд. лет получены при учете распадов радиоактивных ядер только из основных их состояний. В то же время известно, что в результате процессов нуклеосинтеза образуются ядра-хронометры не только в основном, но и в возбужденных состояниях. Из возбужденных состояний эти радиоактивные ядра распадаются по нескольким каналам, включая гамма-распад с типичными периодами полураспада порядка $\mathbf{10^{-9}}$ *сек. и менее, причем периоды полураспада по отношению к каналу альфа- или бета- распада или спонтанного деления оказываются также на много порядков меньшими миллиарда лет (хотя точные значения их в большинстве случаев пока еще наукой не установлены). С учетом самых последних опубликованных авторских научных результатов приводятся также данные, свидетельствующие о том, что в больших массах звездного, планетного и метеоритного вещества из-за цепочек последовательных излучений и поглощений гамма- квантов часть радиоактивных ядер при всех реальных температурах (выше* $0^0 C$*) всегда находится в возбужденных состояниях. В свою очередь, учет присутствия возбужденных состояний радиоактивных ядер неизбежно приводит к уменьшению оценки длительностей распада ядер-хронометров. Поэтому учет только основных состояний радиоактивных ядер в методе ядерной хронометрии дает только верхний предел возможных измерений, который может быть весьма далеким от реальности. В рамках приведенной в последних авторских публикациях модели показано, что реальное значение длительности может в* $\mathbf{10^{6}}$ *и более раз быть меньше верхнего предела. Эти результаты означают необходимость пересмотра отношения к надежности оценки возраста вселенной и земли обычным до сих пор методом ядерной хронометрии, не учитывающим роль гамма-распадов возбужденных состояний в больших массах вещества. Для сторонников креационной теории это, в свою очередь, означает, что более корректные оценки возраста вселенной и земли вполне могут дать величину порядка нескольких тысяч лет вместо обычно приводимых величин в несколько миллиардов.*

Обычный метод ядерной хронометрии процессов с длительностями свыше миллиарда лет

В известном методе ядерной хронометрии в качестве хронометров для измерений длительностей астрофизических, космологических и геофизических процессов различных масштабов (вплоть до возраста всей вселенной) используется широкий набор долгоживущих радиоактивных ядер, а более точно, цепочек последовательных распадов всех промежуточных ядер, начинающихся с распадов этих ядер и заканчивающихся стабильными ядрами. Наиболее крупномасштабные часы “сконструированы” из следующих наиболее долгоживущих изотопов: бета-радиоактивных $^{40}\mathbf{K}$, $^{87}\mathbf{Rb}$, $^{176}\mathbf{Lu}$ и $^{187}\mathbf{Re}$ (с периодами полураспада $\mathbf{1.310^{9}}$, $\mathbf{4.710^{10}}$, $\mathbf{2.610^{10}}$ и $\mathbf{4.310^{10}}$ лет в основных состояниях и конечными стабильными ядрами $^{40}\mathbf{Ar}$, $^{87}\mathbf{Sr}$, $^{176}\mathbf{Hf}$ и $^{187}\mathbf{Os}$ соответственно) и альфа-радиоактивных $^{232}\mathbf{Th}$ и $^{238}\mathbf{U}$ (с периодами полураспада $\mathbf{1.410^{10}}$ и $\mathbf{4.510^{9}}$ лет в основных состояниях и конечными стабильными ядрами $^{208}\mathbf{Pb}$ и $^{206}\mathbf{Pb}$ соответственно).

Основной принцип техники ядерной хронометрии состоит в измерении изотопных отношений в земных скалах, метеоритных осколках и т.д., которые меняются с течением времени из-за распада долгоживущих радиоактивных ядер. Конкретная схема процедуры определения возраста исследуемого образца состоит в следующем. Изменение количества (или массы) распадающихся исходных ядер **P(t−to)** с течением времени, т.е. в зависимости от $\mathbf{t-t_o}$, где $\mathbf{t_o}$ обозначает момент времени формирования образца, описывается известной экспоненциальной формулой

$$\mathbf{P(t-to) = P(0)\, exp[-(t-to)/\tau]}, \qquad (1)$$

где τ–их среднее время жизни, связанное с периодом полураспада $\mathbf{T_{1/2}}$ соотношением $\mathbf{\tau=T_{1/2}/ln2}$. Исходные радиоактивные ядра после распада переходят в стабильные конечные ядра, количество (или массу) которых обозначим через $\mathbf{D(t-t_o)}$. Сумма $\mathbf{P(t-t_o)}$ и $\mathbf{D(t-t_o)}$, очевидно, со временем не меняется, т.е.

$$\mathbf{P(t-t_o)+D(t-t_o) = P(0)+D(0)}, \qquad (2)$$

откуда прямо следует следующее соотношение:

$$\mathbf{P(0)\{1- exp[-(t-t_o)/\tau]\} - D(t-t_o) + D(0) = 0} \qquad (3)$$

или

$$\mathbf{P(t-t_o)\{ exp[(t-t_o)/ \tau]-1\} - D(t-t_o) + D(0) = 0.} \qquad (3а)$$

Далее равенство (3а) делится на количество (массу) $\mathbf{D_x}$ другого изотопа стабильного конечного ядра, такого, который не получает вклада при распаде исходных ядер (т.е. $\mathbf{D_x}$ не зависит от времени). В результате (3а) переходит в соотношение

$$\mathbf{p(t-t_o)\{exp[(t-t_o)/\tau]-1\} - d(t-t_o) + d(0) = 0}, \qquad (3б)$$

где $\mathbf{p=P/D_x}$ и $\mathbf{d=D/D_x}$. Измеряя $\mathbf{p=P/D_x}$ и $\mathbf{d=D/D_x}$ в различных образцах (или в различных частях одного и того же образца), мы получим в плоскости переменных $\mathbf{p=P/D_x}$, $\mathbf{d=D/D_x}$ график (3б) в виде прямой линии, наклон которой к оси **p** позволяет просто определить возраст $\mathbf{t-t_o}$. Каждая из таких систем-хронометров с различными исходными и конечными ядрами имеет различную чувствительность к перераспределению элементов. А в изучении характера эволюции и возраста солнечной системы и всей вселенной используется сочетание разных типов хронометров.

Что до недавнего времени не учитывалось в методе ядерной хронометрии ?

Космическая ядерная хронометрия включает в себя по необходимости также анализ процессов формирования исходных долгоживущих радиоактивных ядер. Однако оценка длительностей процессов нуклеосинтеза сильно зависит от выбираемых моделей собственно нуклеосинтеза и астрофизических процессов, на основе которых идет нуклеосинтез. До недавнего времени во всех известных методах ядерной хронометрии учитывались времена жизни *только основных состояний* распадающихся долгоживущих ядер. Но в процессах радиационного захвата нуклонов, участвующих на заключительных стадиях нуклеосинтеза тяжелых долгоживущих элементов, образуются не только основные состояния, но и все возможные возбужденные состояния синтезируемых ядер. По современным данным ядерной физики известно, что альфа- и бета-распады ядер из возбужденных состояний происходят гораздо более быстро, чем из основных состояний. Иногда времена жизни таких распадов достигают величин $\mathbf{10^{-9}}$ сек. и менее. Но во многих случаях их практически невозможно определить из-за пока непреодолимых экспериментальных трудностей и имеются только значения или оценки их верхних пределов, которые намного меньше (часто даже на много порядков вплоть до миллиона раз), чем для основных состояний. По современным данным ядерной физики также известно, что гамма-переходы ядер из возбужденных состояний в основные состояния происходят обычно еще более быстро (в пределах $\mathbf{10^{-13} - 10^{-9}}$ сек). Именно поэтому ранее обычно полагали, что нет никаких практических оснований учитывать заметно более медленные процессы альфа- и бета-распадов из возбужденных состояний ядер.

Однако среди возбужденных состояний ядер-хронометров могут присутствовать и сравнительно долгоживущие (порядка минут, часов, дней, месяцев и даже лет) *изомеры* (т.е.возбужденные ядра с такими временами жизни по отношению к гамма-распаду), а систематического поиска изомеров среди возбужденных ядер-хронометров еще не производилось. В то же время ясно, что наличие среди возбужденных ядер-хронометров таких гамма-изомеров, времена жизни которых по отношению к альфа- или бета-распаду меньше чем по отношению к гамма-распаду, может заметно уменьшить известные результаты оценок возрастов звезд, планет и всей вселенной.

Имеется и еще одно гораздо более важное обстоятельство. До самого недавнего времени никто не принимал во внимание реальность поглощений гамма-квантов ядрами в основных состояниях, которые должны происходить после предшествующих их излучений возбужденными ядрами во время распространения гамма-квантов в больших массах вещества внутри звезд, сверхновых, планет, метеоритов. Более того, если потери энергии гамма-квантов на отдачу ядрам во время испускания и поглощения этими гамма-квантов компенсируются кинетической энергией теплового движения ядер, такие процессы вполне могут быть даже *многократными*. Ясно, что достаточно полная, корректная и последовательная теория эволюции распада ядер-хронометров, образующихся в результате реальных процессов космического нуклеосинтеза, должна учитывать: (а) эволюцию формирования этих ядер во всех возможных состояниях, (б) кинетику всех возможных цепочек гамма-переходов (излучений ядрами – последующих поглощений ядрами и электронами – дальнейших излучений ядрами...) в веществе и (в) соотношения времен жизни по отношению к альфа-(или бета-)распаду и гамма-распаду для каждого возбужденного состояния.

Учет процессов излучения, последующего поглощения и т.д. гамма-квантов ядрами-хронометрами в веществе был проведен для простейших физически приемлемых моделей в недавних авторских работах (см., напр.,***V.S.Olkhovsky,V.I.Grantsev, Is it Essential for Nuclear Chronometry of Astrophysical Processes to Consider the Decay Peculiarities of Radioactive Nuclei from the Excited States?,***-**preprint KINR-98-1, Kyiv 1998;** ***V.S.Olkhovsky, Is it Essential for Nuclear Chronometry to Consider the Decay of the Excited Radioactive Nuclei?, —*** **Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti**,Sci.Fis.,Mat.eNat.(Messina),1999, v.LXXVII) на основе авторского обобщения квантово-механической теоремы Крылова-Фока о распадающихся системах, опубликованного ранее в **Изв. АН СССР, серия физич., 1985г., т.49, с.938 и 1990г., т.54, с.988**. Такой учет показал, что это может существенно уменьшить окончательные результаты оценок всех временных интервалов, характерных для эволюции цепочек радиоактивных распадов в больших массах вещества при практически любых температурах свыше **0 ^{0}C** (или **273 ^{0}K**).

В качестве иллюстрации приведем поразительный пример, как может измениться показание "ядерного хронометра" в самом простом случае распада долгоживущих альфа-радиоактивных ядер, находящихся в начальный момент $\mathbf{t_o}$ в равном количестве в двух состояниях – основном и первом возбужденном, т.е. $\mathbf{P_0(0)=P_1(0)=P(0)/2}$, в приближении (а) бесконечно больших объемов вещества, (б) достаточно больших времен $\mathbf{t-t_o}$ (гораздо бо́льших средних времен жизни возбужденных состояний средних времен свободного пролета гамма квантов в веществе, а также времен квантовых осцилляций за счёт различных интерференционных процессов, и очень малых времен гамма распада но не очень малых времен альфа-распада возбужденных состояний жизни радиоактивных ядер $\tau_{\alpha 1}$ по сравнению с временами жизни альфа-радиоактивных ядер в основном состоянии $\tau_{\alpha 0}$ (точнее, $\tau_{\alpha 1} \cong \tau_{\alpha 0}/\mathbf{N}$, где $\mathbf{N}$ – число звеньев в цепочках гамма-излучений с последующими поглощениями) и (г) не слишком низких температур (когда потери энергии гамма-квантов на отдачу ядрам во время испускания и поглощения ими гамма-квантов компенсируются кинетической энергией теплового движения ядер). В этом случае вместо формулы (3) с $\mathbf{P(0) = P_0(0)+P_1(0)}$ (где, как обычно, предполагалось, что все возбужденные ядра быстро перешли, испустив гамма-кванты, в основное состояние и затем испытывали медленный альфа-распад) была получена формула

$$[P_0(0)+P_1(0)(1-q)]\{1-\exp[-(t-t_o)/\tau]\}+q\,P_1(0)-D(t-t_o)+D(0)=0, \qquad (4)$$

где q – безразмерная величина, определяемая в основном долей гамма-квантов, выбывших из цепочек излучений-поглощений ядрами *за счет рассеяния ядрами и электронами*. Ориентировочные оценки q дали значения в интервале между **1/2** и **1**. Из простого сравнения (3) и (4) можно видеть, что

(1) в любой момент времени $t-t_o$ число конечных ядер $D(t-to)$ в (4) *меньше,* чем в (3), на величину $P_1(0)q\exp[-(t-to)/\tau]$,
(2) одно и то же число конечных ядер $D(t-to)$ достигается в (4) *в более ранний момент времени* $t-t_o$, чем в (3) и
(3) чем больше вклад $P_1(0)$ в сумму $P_0(0)+P_1(0)$, тем в *более ранний момент времени* $t-t_o$ достигается то же самое число конечных ядер $D(t-t_o)$ в (4), чем в (3).

В частности, например, если некоторому остаточному числу конечных ядер $D(t-t_o)$ в уравнении (3) отвечает момент времени $(t-t_o)_{обычное}=\tau(1+a)\ln 2$, где a любое малое число $<<1$, то этому же остаточному числу $D(t-t_o)$ в уравнении (4) с $q=1$ отвечает момент времени $(t-to)_{реальное}=\tau\alpha$, т.е. $<<\tau$ Иначе говоря, миллиардам лет, полученным обычным методом ядерной хронометрии, может соответствовать гораздо меньшее число лет (несколько тысяч лет, например) в масштабах средних времен жизни ядер-хронометров. Очевидно, все эти выводы **(1)-(3)** еще более усилятся если в начальном ансамбле исходных распадающихся ядер хронометров учесть большее число возбужденных состояний. Правда, кроме того следует учесть, что в пределе обесконечных времен $t-t_o\rightarrow\infty$ явления, указанные в выводах **(1)-(3),** в конце концов исчезают; но это уже касается таких больших времен (порядка многих десятков и сотен миллиардов лет), о которых даже нет и речи в обычных оценках возраста вселенной.

Заключение.

Таким образом, без учета промежуточных поглощений гамма-квантов при гамма-распадах возбужденных состояний исходных ядер-хронометров в больших массах вещества методы крупномасштабной ядерной хронометрии дают только возможные верхние пределы оценок возраста больших объектов (вплоть до всей вселенной), которые могут быть весьма далекими от реальных значений! Для получения реальных измерений истинного возраста больших объектов вплоть до всей вселенной необходимы, в первую очередь, длительные и дорогостоящие исследования ***по изучению средних времен жизни по отношению к распаду по всем возможным каналам, а также вероятностей формирования*** в процессах нуклеосинтеза ***всех возможных возбужденных состояний ядер-хронометров.*** Кроме того, необходимы детальные исследования кинетики формирования цепочек излучений и поглощений гамма-квантов при разных температурах вещества с учетом потерь энергии гамма-квантов при их неизбежном рассеянии ядрами и электронами. А пока вопрос о реальном возрасте крупных космических объектов остается в рамках ядерной физики и известных методов ядерной хронометрии **открытым**. Поэтому любые утверждения о несоответствии современной ядерной науке библейских данных об истории земли и вселенной являются научно необоснованными.

Христианский научно-апологетический центр, 2000. Буклет № 68
95011 Симферополь, ул. Севастопольская 30/7, ОС 11
При перепечатке ссылка обязательна